

PAT-NO: JP359181619A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59181619 A  
TITLE: REACTIVE-ION ETCHING DEVICE  
PUBN-DATE: October 16, 1984

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
WATANABE, TORU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOSHIBA CORP N/A

APPL-NO: JP58056029  
APPL-DATE: March 31, 1983

INT-CL (IPC): H01L021/302, B03C003/45 , C23F001/08  
US-CL-CURRENT: 438/714, 438/FOR.117

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce trouble on an etching resulting from dust by mounting mutually opposite electrodes along the path of the flow of a gas generated in a vessel when the reactive gas is introduced, ionizing dust floating between the opposite electrodes and sucking dust to each electrode side.

CONSTITUTION: Semiconductor wafers 16 as a material to be etched are set up on a lower electrode 12. High voltage is applied to a second electrode 24 from a DC power supply 27 under the state in which the inside of a vacuum vessel 10 is kept at high vacuum. A reactive gas is introduced into

the vacuum vessel  
10, and the introduction is continued until the gas reaches  
to predetermined  
flow rate and pressure. Much of minute dust flying up and  
floating between  
both electrodes 23, 24 are ionized. The ionized dust is  
moved by an  
electrostatic field between both electrodes 23, 24, and  
adheres on the surface  
of the first electrode 23 or the second electrode 24 in  
response to polarity by  
ionization. Accordingly, dust hardly adheres on the surface  
of the  
semiconductor wafer 16 as the material to be etched.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—181619

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和59年(1984)10月16日

H 01 L 21/302

8223—5 F

B 03 C 3/45

7636—4 D

発明の数 1

C 23 F 1/08

7011—4 K

審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 反応性イオンエッチング装置

川崎市幸区堀川町72番地東京芝  
浦電気株式会社堀川町工場内

⑯ 特 願 昭58—56029

⑰ 出 願 人 株式会社東芝

⑱ 出 願 昭58(1983)3月31日

川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 発 明 者 渡辺徹

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外 2 名

明 細 書

1. 発明の名称

反応性イオンエッチング装置

2. 特許請求の範囲

排気系を有する真空容器内に高周波電力印加用の相対向する電極を設け、上記真空容器のガス導入孔から内部へ反応性ガスを導入し、前記相対向する電極の一方の上に載置された材料をエッチングする反応性イオンエッチング装置において、前記ガス導入孔から排気孔への経路の途中に相対向する集塵用電極を設け、この電極に所定の直流電圧あるいは交流電圧を印加する電源を具備してなることを特徴とする反応性イオンエッチング装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は、半導体装置の製造プロセスの一部で使用される反応性イオンエッチング装置に係り、特にその系内の微小な塵を静電効果により電極に吸引する機能を有する静電集塵器付きの

反応性イオンエッチング装置に関する。

(発明の技術的背景)

半導体装置、特に集積回路が高密度になってくると、そのパターンはますます細く長くなっていく。このようなパターンの形成は、フォトリソグラフィ技術によるレジストパターンの形成と、このレジストパターンをマスクとする下地材料のエッチングとから成る。このエッチングに際しては、配線幅が3μ以下になるとレジストマスク寸法に忠実にエッチングが可能である異方性エッチングが必須とされる。この要求を満たす技術として実用化されているのが反応性イオンエッチングである。このエッチングの方法は、真空チャンバー(容器)内に相対向する電極を設け、一方の電極を接地し、他方の電極に高周波電力を印加し、この高周波電力印加側の電極上に被エッチング材を載置する。そして、前記真空容器内に反応性ガスを導入して放電を行なわせると、イオン、ラジカル等の活性種が生成される。前記電極間に発生する直流自

已バイアスにより上記イオンが加速されて被エッチング材に垂直に入射する。このため、被エッチング材はその表面のマスクの影の部分はイオン照射にさらされないのでエッチング速度が大変遅くなり、上記マスク通りのパターンを転写し得る異方性エッチングが可能になる。

#### 〔背景技術の問題点〕

ところで、上述したような反応性イオンエッチングにおいて、被エッチングガスは反応性ガスと結合して蒸発性物質として除去されるが、この他にたとえばレジスト等の構成物質はイオン衝撃により分解され、また再重合される過程を経るので、系内には微小な重合膜の塵が発生する。この他に反応性イオンエッチングにおいては、反応性ガスとして主として $CF_4$ 、 $CCl_4$ 等のハロゲンの炭素化合物が使用されるが、これらのガスを放電させると $C_xF_y$ や $C_xCl_y$ 等の重合物が発生し、これらは通常固体であるので塵の原因となる。このように反応性イオンエッチングにおいては、外部から塵を持ち込まない

ように注意しても微小な塵の発生は原理的に不可避である。

しかしこのような微小な塵が被エッチング材である半導体ウエハの表面に付着していると、これがエッチングマスクとなって微細加工上の障害（たとえばウエハ上に形成される配線相互の短絡等）が生じる。

一方、ロードロック型の反応性イオンエッチング装置においては、系内は通常高真空に保たれており、予備排気室中のウエハが搬送されてきたのちエッチング室と予備排気室とは切り離される。その後、エッチング室に反応性ガスが所定量流入され、所定の圧力に調節が終了した時点で放電が開始される。エッチング終了後にはガス導入は止められ、残留ガスが無くなるまで排気され、再び予備排気室と連結されてウエハが取り出される。このようなロードロック型の反応性イオンエッチング装置においては、系内の微小な塵は系内にガス流が存在しないときには安定な状態にあって舞い上がることはない。

しかし、前記エッチングのシーケンス中で特に最初に反応性ガスがエッチング室内に流入されるときには、通常 $10^{-4}$ Torr程度の真空度に保たれている系に反応性ガスが $10 \sim 100$  cc/min導入されて一挙に $10^{-1}$ Torr程度に変化するので、このときには系内に大きなガス流が生じて微小な塵が舞い上がり、やはり前述したような障害となる。

そこで、上記したような微小な塵を除去する必要があるが、従来は定期的にエッチング装置を開けて内部を洗浄していたが、これはあまり有効な方法ではない。つまり、系内の微小な塵は洗浄では除去しきれるものではなく、また洗浄回数を多く増やすことは生産性の低下を招来し、実用的ではない。

したがって、系内に微小な塵が存在することは止むを得ないとしても、それがエッチングシーケンスの途中で舞い上がってウエハ表面に付着するのを効果的に抑制する手段の実現が強く要望されている。

#### 〔発明の目的〕

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、エッチング室内に反応性ガスを導入したときに舞い上がる微小な塵が被エッチング材の表面に付着することを防止でき、塵に起因するエッチング上の障害を減少し得る反応性イオンエッチング装置を提供するものである。

#### 〔発明の概要〕

前述したように、系内に存在する微小な塵の多くは、反応性ガスに起因する重合物とかレジストのくず等の絶縁物であって、これらが反応性ガス導入時に系内に生じる流れによって舞い上がる。この点に着目し、本発明の反応性イオンエッチング装置は、真空容器内に反応性ガスを導入したときに容器内に生じるガスの流れの経路に沿って相対向する電極を設け、この対向電極間に高電圧を印加することによって起こる放電により対向電極間に浮遊する塵をイオン化させ、このイオン化した塵を電極間の静電界によって移動させ各電極側に吸引するようにしてな

ることを特徴とするものである。

したがって、上記反応性イオンエッチング装置によれば、被エッチング材の表面に塵がほぼ完全に存在しない状態でエッチングが可能となり、微細加工に際してエッチング上の障害を招来するおそれが極めて少なくなり、しかも塵は集塵用電極に引き付けられるので、従来のような除塵作業は不要になる。

#### 〔発明の実施例〕

以下、図面を参照して本発明の一実施例を詳細に説明する。第1図において、10は真空容器であって、その内部のエッチング室11には上下に相対向する上部電極12および下部電極13が設けられている。上部電極12は接地され、下部電極13は図示しないが加熱源により加熱可能であって、外部の高周波電源14からインピーダンス整合回路網15を介して高周波電力が印加されるようになっており、その上面に被エッチング材16が載置される。17は上記真空容器10のたとえば上面部に設けられた

ガス導入孔であり、外部の反応性ガス源18から流量調整器19および上記ガス導入孔17を介して反応性ガスがエッチング室11内に導入されるようになっている。20は真空容器10の側面部から排気を行なうための排気孔であって、外部の排気系（図示せず）に接続されている。21は上記排気孔20とエッチング室11との間に設けられた圧力調節弁であって、エッチング室を所定の圧力に保つためのものである。

さらに、本発明においては、エッチング室11内の反応性ガス導入時におけるガス流の経路に沿って相対向する電極が設けられている。即ち、たとえば前記ガス導入孔17に対して同心円筒状でそれぞれ通気穴22を有する小径の第1電極23および径大の第2電極24が設けられ、両電極23、24間をガス流が通るようになっている。そして、この電極23、24間に直流の高電圧が選択的に印加し得るようになっている。即ち、たとえば第1電極23は前記上部電極13に取り付けられると共に電気的に

接続されることによって接地され、第2電極24は絶縁材25により支持されると共に外部のスイッチ26を介して高電圧の直流電源27または接地端に選択的に接続されるようになっている。なお、上記各電極23、24の材料は後述するように直流放電を接続するために導体でなくてはならないが、エッチング時にウエハに対する汚染源になっては困るので、ここではシリコン材が用いられている。

次に、上記反応性イオンエッチング装置における動作をエッチングシーケンスに沿って説明する。まず、下部電極13上に被エッチング材である半導体ウエハ16を設置する。次に、真空容器10内が高真空の状態において、スイッチ26により直流電源27から高電圧（たとえば1.5kV）を第2電極24に印加する。次に、反応性ガスを真空容器10内に導入し、所定の流量、圧力に達するまでこれを続ける。このときのガス流の変化により、前回以前のエッチング時に前述したように発生して容器内壁や上部電

極12の表面等に付着していた塵が舞い上がる。また、上述したようにガスを導入すると、容器10内の圧力は急激に上昇し、第1、第2電極23、24間に直流放電が生起される。この直流放電によって、上記両電極23、24間に前述したように舞い上がり浮遊している微小な塵の多くはイオン化される。このイオン化された塵は、上記両電極23、24間の静電場により移動し、イオン化による極性に応じて第1電極23または第2電極24の表面に付着する。したがって、被エッチング材、たとえば半導体ウエハ16の表面に塵が付着することは殆んどない。こののち、ガスの導入が終了し、容器10内のガス流が安定すると、塵が舞い上がることはなく、ウエハ16の表面に塵が付着することはない。

このように定常状態になった時点で、前記スイッチ26を接地端側に切り換えて直流高電圧の印加を停止し、引き続き通常通り反応性イオンエッチングを行なう。即ち、下部電極13に

高周波電力を印加してエッチングを行なう。このエッチング中、第1、第2電極23、24とも上部電極12、容器壁と同一電位（接地電位）にあることになり、上記第1、第2電極23、24の存在によるプラズマの乱れは最小限に抑えられている。なお、上記エッチングの過程で前述したように容器11内に活性反応種が形成され、これは被エッチング材と反応、結合して排気される。このとき、余分な炭素化合物等は容器内壁や上部電極表面に重合膜として付着する。下部電極表面は、イオン衝撃が大きく、これによって付着物もスパッタリングされてはね飛ばされるので、重合膜は殆んど堆積しない。したがって、容器内壁や上部電極表面に付着している微小な塵が安定して剥離しなければ、ウエハ表面が塵により汚染されることはないが、次のエッチング時に前述したようなガス流の変化により上記塵が舞い上がってウエハ表面上に付着する原因になる。しかし、このように舞い上がる塵は前述したように第1、第2電極

ておき、それらのうち前述したような配線間短絡が生じて割合（ショートモード率）をエッチング後に測定する。この場合、前述したようなパターンにおいては、エッチング前に2μ以上の塵がウエハ上に付着すると、それがマスクとなってポリシリコン部分が残り、ショートモードとしと表われる。このような評価方法では、上記塵の他にもレジストパターンの崩れ等も短絡の原因となるので、数多くのデータの蓄積によって初めて集塵効果を見ることが出来る。第2図は、多数回のエッチングそれぞれにおけるショートモード率を実測して得たデータを示しており、8回分は前記第1、第2の電極23、24間に直流電圧を印加しなかった場合であり、12回分はガス導入時に第1、第2電極23、24間に1.5kVの直流電圧を印加した場合である。第2図から分るように、平均すると本発明ではウエハへの塵の付着を防止する点で効果がある。なお、第2図では、前述したような4インチウエハ上でその周辺部を除いて短絡したチ

ップ23、24に付着することによって除去される。

次に、上記反応性イオンエッチング装置における集塵用電極（低電圧用の第1電極23および高電圧用の第2電極24）による集塵効果の評価方法の一例を説明する。被エッチング材として、シリコンウエハ上にシリコン熱酸化膜を堆積させ、さらにその上にリンをドーパしたポリシリコンをCVD法により6000Å堆積する。その上に2μスペース、6μピッチの長い配線パターンを形成する。この場合、上記パターンは2つの櫛形パターンの櫛目部分が交互に入り組んだ形状となるようにする。そして、上記ウエハに対するエッチングを行なった後、2つの櫛形パターンのポリシリコン配線間に所定電圧を印加して上記2つの配線間に流れる電流を測定することにより配線間の短絡の有無を評価することができる。即ち、短絡がない場合には電流は殆んど流れず、短絡が生じていると異常電流が流れる。そして、このような配線パターンのチップを4インチウエハ上に約200個設け

ップが1つもないときをショートイールド100%として表わしている。

なお、本発明は上記実施例に限られるものではなく、第1、第2電極23、24間には直流電圧に限らず交流電圧を印加しても上記実施例と同様の効果が得られる。また、集塵用電極の具体的形状も上記実施例に限らず種々変形し得るものである。

#### 〔発明の効果〕

上述したように本発明の反応性イオンエッチング装置によれば、被エッチング材の表面に塵がほぼ完全に存在しない状態でエッチングが可能になるので、微細加工に際してエッチング上の障害を招来するおそれが極めて少なくなる。しかも、塵を集塵用電極に引き付けることは、従来のようにエッチング装置を開けて塵を除去する作業に比べてはるかに能率的であり、エッチング工程の準備時間が著しく短縮され、半導体装置の生産性の向上に大いに寄与できる。

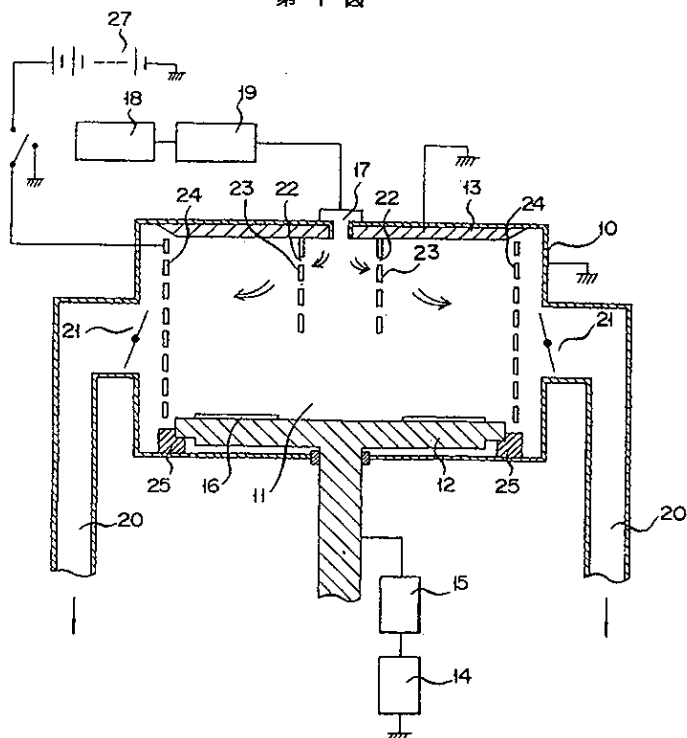
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る反応性イオンエッチング装置の一実施例を示す構成説明図、第2図は第1図の装置における集塵用電極による集塵効果を評価するための実測データの一例を示す図である。

10…真空容器、11…エッチング室、12…上部電極、13…下部電極、14…高周波電源、16…被エッチング材、17…ガス導入孔、20…排気孔、23, 23…集塵用の第1, 第2電極。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

第1図



第2図

